

用于射线检查的成像系统

相关申请的交叉引用

本公开以 2021 年 2 月 26 日提交的申请号为 202110217737.9 且名称为“用于射线检查的成像系统”的中国专利申请为优先权，并将其全部内容引用于此。

技术领域

本公开涉及透视成像技术领域，特别是涉及一种用于射线检查的成像系统。

背景技术

分布式射线源已经广泛应用于透视成像领域，例如用于物品检测、医疗诊断等的 CT（计算机断层成像）设备中。CT 扫描生成三维扫描图像并且具有高识别能力。根据在扫描过程中射线源相对于被检查物体的运动，现有的 CT 扫描系统可以包括动态螺旋 CT 扫描系统和静态 CT 扫描系统。

动态螺旋 CT 扫描系统在扫描过程中射线源围绕被检查物体连续旋转的同时，传送装置匀速水平地传送被检查物体通过检查区域。动态螺旋 CT 扫描系统通常需要一个滑环和轴承，并且在扫描过程中，滑环需要高速旋转。现有的静态 CT 扫描系统在整个扫描过程中射线源保持固定，采用围绕检测区域的一体式射线源来进行扫描。

相比于采用滑环的动态螺旋 CT，静态 CT 扫描系统可以具有更灵活的设计。例如，静态 CT 扫描系统可以根据应用需求而具有不同扫描通道尺寸、设备高度及传送速度等。静态 CT 扫描系统由于不需要滑环等，因此可以降低噪音和成本，可以实现即时扫描和终止，从而缩短了准备时间。

根据 CT 重建理论，被扫描对象在 CT 扫描系统中达到一定的扫描角度（例如至少 120 度），才可以满足数据完备性并且保证数值重建的准确

性。单个分布式射线源由于机械结构的限制而通常无法满足该要求。当多个分布式射线源组合排布时，由于不同的射线源之间或者射线源与探测器之间的结构干涉，很难通过将多个分布式射线源排布到同一个平面来满足数据完备性要求。通常，需要设置多个（三个或更多）平面，在每个平面布置一组射线源和相对的一组探测器，射线源的射线束面与探测器的中心面重合。这种布置方式增大了整个系统的尺寸和探测器数量。

为此，需要一种改进的成像系统和方法。

发明内容

本公开的一个目的是提供一种能够避免结构干涉的成像系统。本公开的一个目的是提供一种满足 CT 重建需要的成像系统。本公开的一个目的是提供一种能够提高成像质量的成像系统。本公开的一个目的是提供一种能够减小设备尺寸和成本的成像系统。本公开的一个目的是提供一种能够灵活设计光路的成像系统。

本公开的一方面提供一种用于射线检查的成像系统，包括：检查区域，其中被检查对象能够沿行进方向被传送经过所述检查区域；第一射线源组件，包括多个射线源；第二射线源组件，包括多个射线源，其中第一射线源组件和第二射线源组件的每个射线源包括单独的壳体以限定真空空间并且包括封装在壳体内的多个靶点，第一射线源组件的所有射线源的靶点都布置在第一射线源平面内，第二射线源组件的所有射线源的靶点都布置在第二射线源平面内；多个第一探测器单元，用于接收从第一射线源组件发射并经过检查区域的 X 射线，多个第一探测器单元布置在第一探测器平面内；多个第二探测器单元，用于接收从第二射线源组件发射并经过检查区域的 X 射线，多个第二探测器单元布置在第二探测器平面内；和探测器支架，多个第一探测器单元和多个第二探测器单元都安装在探测器支架上，其中，第一射线源平面、第一探测器平面、第二探测器平面和第二射线源平面沿行进方向依次分布。

根据本公开的某些实施例，第一射线源平面、第一探测器平面、第二探测器平面和第二射线源平面与行进方向基本上垂直并且彼此基本上平

行。

根据本公开的某些实施例，成像系统还构造成基于多个第一探测器单元和多个第二探测器单元的检测数据来重建被检查对象的三维扫描图像。

根据本公开的某些实施例，成像系统还包括射线源控制装置，用于控制第一射线源组件和第二射线源组件的射线发射，其中射线源控制装置构造成使得在同一时刻第一射线源组件中至多只有一个靶点发射 X 射线并且第二射线源组件中至多只有一个靶点发射 X 射线。

根据本公开的某些实施例，多个第一探测器单元至少覆盖第一射线源组件的射线发射范围，并且多个第二探测器单元至少覆盖第二射线源组件的射线发射范围。

根据本公开的某些实施例，多个第一探测器单元构造成完整地围绕检查区域延伸以组成第一探测器环；和/或多个第二探测器单元构造成完整地围绕检查区域延伸以组成第二探测器环。

根据本公开的某些实施例，沿行进方向观察，第一射线源组件中靶点的分布位置与第二射线源组件中靶点的分布位置没有完全重合。

根据本公开的某些实施例，沿行进方向观察，第一射线源组件中靶点的分布位置与第二射线源组件中靶点的分布位置相互错开。

根据本公开的某些实施例，沿行进方向观察，第一射线源组件的每个射线源的投影没有完全落在第二射线源组件的任意射线源的投影内，并且第二射线源组件的每个射线源的投影没有完全落在第一射线源组件的任意射线源的投影内。

根据本公开的某些实施例，沿行进方向观察，第一射线源组件的多个射线源的投影与第二射线源组件的多个射线源的投影相互错开。

根据本公开的某些实施例，第一射线源组件的每个射线源的靶点都设置成沿行进方向朝着多个第一探测器单元偏转第一偏转角度，使得第一射线源组件的每个射线源发射的 X 射线在经过检查区域之前不会被多个第一探测器单元遮挡；和/或第二射线源组件的每个射线源的靶点都设置成沿行进方向朝着多个第二探测器单元偏转第二偏转角度，使得第二射线源组件的每个射线源发射的 X 射线在经过检查区域之前不会被多个第二探测器单

元遮挡。

根据本公开的某些实施例，第一射线源组件还包括第一准直器，用于使第一射线源组件发射的 X 射线的方向沿行进方向朝着多个第一探测器单元偏转第一倾斜角度；和/或第二射线源组件还包括第二准直器，用于使第二射线源组件发射的 X 射线的方向沿行进方向朝着多个第二探测器单元偏转第二倾斜角度。

根据本公开的某些实施例，沿行进方向观察，第一射线源组件和第二射线源组件相对于检查区域具有大于 120 度的组合扫描角度。

根据本公开的某些实施例，沿行进方向观察，第一射线源组件和第二射线源组件相对于检查区域具有大于 180 度的组合扫描角度。

根据本公开的某些实施例，第一射线源组件和第二射线源组件的至少一个靶点是数字成像（DR）靶点，射线源控制装置构造成使得数字成像靶点的射线发射频率高于其他靶点的射线发射频率。

根据本公开的某些实施例，其中，第一探测器单元包括单排探测器晶体或多排探测器晶体，和/或第二探测器单元包括单排探测器晶体或多排探测器晶体。

根据本公开的某些实施例，成像系统具有两个射线源组件和一个探测器组件，两个射线源组件构成两个射线源平面，两个射线源平面分别位于探测器组件的两侧，其中探测器组件包括两组探测器单元，分别对应于两个射线源组件并且构成两个探测器平面。在一些实施例中，两组探测器单元安装在同一个探测器支架上，从而可以有效缩短成像设备的长度和重量并且可以降低辐射防护的难度。在一些实施例中，每个射线源组件中的射线源布置成没有相互干涉，并且每个射线源平面与相应的探测器平面间隔开布置，由此成像系统可以避免射线源之间以及射线源和探测器之间的干涉，使覆盖检查区域的扫描角度更大并且可以提供更加完备的检测数据。在一些实施例中，每个射线源组件包括多个射线源，并且相应的一组探测器单元中的探测器可以被多个射线源共用，由此可以降低成像系统的成本。在一些实施例中，两个射线源组件的靶点分布位置能够相互补充，由此可以获得更为完备的投影数据并且提高成像质量和精度。在一些实施例中，

成像系统的光源靶点和探测器的排布以及光路设计更加灵活，可以满足更多应用需求。

附图说明

图 1 是根据本公开的某些实施例的成像系统的示意图。

图 2 是根据本公开的某些实施例的成像系统的透视图。

图 3 是根据本公开的某些实施例的探测器组件的示意图。

图 4 是根据本公开的某些实施例的射线源组件和探测器组件的相对位置的示意图。

图 5 是根据本公开的某些实施例的成像系统的示意图。

图 6A 是根据本公开的某些实施例的射线源和探测器单元的截面示意图。

图 6B 是根据本公开的某些实施例的射线源和探测器单元的截面示意图。

图 7 是根据本公开的某些实施例的成像系统的靶点分布的示意图。

具体实施方式

下文中，参照附图描述本公开的实施例。下面的详细描述和附图用于示例性地说明本公开的原理，本公开不限于所描述的优选实施例，本公开的范围由权利要求书限定。现参考示例性的实施方式详细描述本公开，一些实施例图示在附图中。以下描述参考附图进行，除非另有表示，否则在不同附图中的相同附图标记代表相同或类似的元件。以下示例性实施方式中描述的方案不代表本公开的所有方案。相反，这些方案仅是所附权利要求中涉及的本公开的各个方面的系统和方法的示例。

根据本公开的实施例的用于射线检查的成像系统可以应用于检查系统中，以用于对物体或人体等进行透视成像检查。

根据本公开的某些实施例，检查系统可以包括成像系统和传送装置。传送装置用于沿行进方向传送被检查对象经过检查区域。在示例性实施例中，行进方向基本上平行于水平方向。在一些实施例中，传送装置以匀速

直线运动来传送被检查对象。

图 1 是根据本公开的某些实施例的成像系统的示意图。图 2 是根据本公开的某些实施例的成像系统的透视图。图 3 是根据本公开的某些实施例的探测器组件的示意图。图 4 是根据本公开的某些实施例的射线源组件和探测器组件的相对位置的示意图。

根据本公开的某些实施例，如图 1 所示，成像系统包括两个射线源组件 10、20 和探测器组件 30。射线源组件 10、20 用于发射 X 射线。探测器组件 30 用于接收从射线源组件 10、20 发射并经过检查区域的 X 射线。根据本公开的某些实施例，射线源组件 10、20 和探测器组件 30 在成像系统的操作过程中保持静止，即成像系统是静态成像系统。

根据本公开的某些实施例，成像系统限定检查区域。在本文中，“检查区域”表示被检查对象能够沿行进方向被传送经过所述检查区域。当被检查对象位于检查区域中时，从射线源组件 10、20 发射的 X 射线能够穿透被检查对象并且被探测器组件 30 接收到。在示例性实施例中，检查区域包括第一端和第二端。在一些实施例中，被检查对象从第一端和第二端中的一者被传送进入检查区域，并且从另一者离开检查区域。

根据本公开的某些实施例，如图 1 所示，成像系统还可以包括屏蔽部件 40。在示例性实施例中，屏蔽部件 40 可以布置成围绕成像系统的检查区域。在示例性实施例中，射线源组件 10、20 和探测器组件 30 布置在检查区域的外侧，即在屏蔽部件 40 的远离检查区域的一侧。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的射线源组件的结构。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 10 包括多个射线源 100。根据本公开的某些实施例，射线源组件 20 包括多个射线源 100。在图 1 和图 2 所示的某些实施例中，射线源组件 10 和 20 分别包括三个射线源 100。

上文描述射线源组件 10 和射线源组件 20 分别包括多个射线源 100。但是，本公开不限于此。根据本公开的某些实施例，射线源组件 10 或射线源组件 20 可以包括一个或多个射线源 100。

根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 是分布式射线源。在示例

性实施例中，每个射线源 100 具有单独的壳体以限定单独的真空空间。每个射线源 100 包括封装在壳体内的多个靶点（图 1 和图 2 中未示出）。在示例性实施例中，每个射线源 100 的多个靶点具有均匀的靶点间距。

如上所述，当成像系统包括多个射线源 100 时，每个射线源 100 限定单独的真空空间，因此不与其他射线源 100 共用真空空间。不同的射线源 100 的真空空间不连通。根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 可以与其他射线源 100 独立地被拆卸和/或安装在成像系统中。

在一些实施例中，每个射线源 100 的多个靶点可以沿直线分布。在一些实施例中，射线源 100 的壳体的形状也可以对应于靶点的分布。例如，当射线源 100 的靶点沿直线分布时，射线源 100 的壳体也可以具有直线型的外轮廓，例如图 1 所示。

上文描述每个射线源 100 中的多个靶点沿直线排布。但是，本公开不限于此。在一些实施例中，射线源 100 中的多个靶点还可以沿弧线、折线等排布。图 5 是根据本公开的某些实施例的成像系统的示意图。在一些实施例中，如图 5 所示，位于检查区域下方的射线源 100 中的多个靶点（图 5 中未示出）沿弧线排布。相应地，沿行进方向观察，射线源 100 的壳体也可以具有弧形的外轮廓。这种情况下，射线源 100 的弧形轮廓可以为传送装置的安装提供充足的空间。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 10 的多个射线源 100 可以具有相同或不同的尺寸。根据本公开的某些实施例，射线源组件 20 的多个射线源 100 可以具有相同或不同的尺寸。例如，如图 1 和图 2 所示，射线源组件 10 的三个射线源具有两种不同的尺寸，射线源组件 20 的三个射线源也具有两种不同的尺寸。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 10、20 的每个射线源 100 具有一个射线发射范围。根据本公开的某些实施例，在射线源组件 10 包括多个射线源 100 时，射线源组件 10 的多个射线源 100 可以提供一个组合射线发射范围。在一些实施例中，射线源组件 10 的组合射线发射范围可以是连续的或不连续的。根据本公开的某些实施例，在射线源组件 20 包括多个射线源 100 时，射线源组件 20 的多个射线源 100 可以提供一个组合射

线发射范围。在一些实施例中，射线源组件 20 的组合射线发射范围可以是连续的或不连续的。

在一些实施例中，射线源组件 10、20 的射线发射范围经选择，以使得被检查对象能够全部落入该射线发射范围内。由此，被检查对象能够接受完整的透视检查，从而提高成像系统的成像完整性。

在一些实施例中，射线源组件 10、20 的射线发射范围经选择，以使得被检查对象的感兴趣部分能够落入该射线发射范围内。由此，可以仅专注于对被检查对象的感兴趣部分的透视检查，从而可以在满足成像要求的情况下降低成像系统的功耗和成本。

根据本公开的某些实施例，当射线源组件 10 包括多个射线源 100 时，射线源组件 10 的所有射线源 100 的靶点都布置在同一平面（以下称为“第一射线源平面”）内，即射线源组件 10 的多个射线源 100 共面设置。根据本公开的某些实施例，当射线源组件 20 包括多个射线源 100 时，射线源组件 20 的所有射线源 100 的靶点都布置在同一平面（以下称为“第二射线源平面”）内，即射线源组件 20 的多个射线源 100 共面设置。在本文中，“靶点布置在同一平面内”表示靶点的出束点都布置在同一平面内。

在示例性实施例中，第一射线源平面与第二射线源平面基本上平行。在一些实施例中，第一射线源平面与行进方向基本上垂直。在一些实施例中，第二射线源平面与行进方向基本上垂直。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 10 的多个射线源 100 布置成没有相互干涉。在一些实施例中，当射线源组件 10 包括多个射线源 100 时，射线源组件 10 的多个射线源 100 布置成围绕检查区域间隔分布。在一些实施例中，当射线源组件 10 包括多个射线源 100 时，射线源组件 10 的多个射线源 100 布置成围绕检查区域连续分布。在一些实施例中，例如如图 1 所示，沿行进方向观察，射线源组件 10 的多个射线源 100 可以包括位于检查区域下方的射线源 100、位于检查区域左侧的射线源 100 和/或位于检查区域右侧的射线源 100。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 20 的多个射线源 100 布置成没有相互干涉。在一些实施例中，当射线源组件 20 包括多个射线源 100

时，射线源组件 20 的多个射线源 100 布置成围绕检查区域间隔分布。在一些实施例中，当射线源组件 20 包括多个射线源 100 时，射线源组件 20 的多个射线源 100 布置成围绕检查区域连续分布。在一些实施例中，例如如图 1 所示，沿行进方向观察，射线源组件 20 的多个射线源 100 可以包括位于检查区域下方的射线源 100、位于检查区域左侧的射线源 100 和/或位于检查区域右侧的射线源 100。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的探测器组件的结构。

根据本公开的某些实施例，例如如图 3 所示，探测器组件 30 包括多个第一探测器单元 310、多个第二探测器单元 320 和探测器支架 330。多个第一探测器单元 310 用于接收从射线源组件 10 发射并经过检查区域的 X 射线。多个第二探测器单元 320 用于接收从射线源组件 20 发射并经过检查区域的 X 射线。根据本公开的某些实施例，多个第一探测器单元 310 和多个第二探测器单元 320 都安装在探测器支架 330 上。

根据本公开的某些实施例，每个探测器单元 310、320 可以是单能探测器单元，双能探测器单元或能谱探测器单元等。但是，应当理解本公开的探测器单元的类型不限于以上三种类型探测器单元。

在示例性实施例中，多个第一探测器单元 310 布置在同一平面（以下称为“第一探测器平面”）内。在示例性实施例中，多个第二探测器单元 320 布置在同一平面（以下称为“第二探测器平面”）内。在本文中，“探测器布置在同一平面内”表示探测器的中心面（例如探测器晶体中心面）都布置在同一平面内。例如，通过相同的定位基准使得多个第一探测器单元 310 或多个第二探测器单元 320 的中心面布置在同一平面内。在一些实施例中，第一探测器单元 310 包括单排探测器晶体或多排探测器晶体，和/或第二探测器单元 320 包括单排探测器晶体或多排探测器晶体。

在示例性实施例中，第一探测器平面与第二探测器平面基本上平行。在一些实施例中，第一探测器平面与行进方向基本上垂直。在一些实施例中，第二探测器平面与行进方向基本上垂直。

在一些实施例中，沿行进方向，射线源组件 10 的第一射线源平面与

多个第一探测器单元 310 的第一探测器平面间隔开。在示例性实施例中，射线源组件 10 的第一射线源平面与多个第一探测器单元 310 的第一探测器平面基本上平行。

在一些实施例中，沿行进方向，射线源组件 20 的第二射线源平面与多个第二探测器单元 320 的第二探测器平面间隔开。在示例性实施例中，射线源组件 20 的第二射线源平面与多个第二探测器单元 320 的第二探测器平面基本上平行。

根据本公开的某些实施例，第一射线源平面、第一探测器平面、第二探测器平面和第二射线源平面沿行进方向依次分布。在示例性实施例中，例如如图 2 所示，沿着行进方向，射线源组件 10 和射线源组件 20 分别设置在探测器组件 30 的两侧。由此，根据本公开的某些实施例的成像系统具有两个射线源平面，两个射线源平面分别位于探测器组件的两侧。

在一些实施例中，第一射线源平面、第一探测器平面、第二探测器平面和第二射线源平面彼此基本上平行。在一些实施例中，第一射线源平面、第一探测器平面、第二探测器平面和第二射线源平面与行进方向基本上垂直。

在一些实施例中，探测器支架 330 具有探测器支架中心面，例如如图 2 所示。在本文中，“探测器支架中心面”表示探测器支架 330 沿行进方向的几何中心面。根据本公开的某些实施例，探测器支架中心面基本上平行于第一射线源平面和/或第二射线源平面。在一些实施例中，探测器支架中心面基本上平行于第一探测器平面和/或第二探测器平面。在示例性实施例中，探测器支架中心面与行进方向基本上垂直。根据本公开的某些实施例，第一射线源平面、探测器支架中心面和第二射线源平面沿行进方向依次分布。由此，根据本公开的某些实施例的成像系统具有两个射线源平面和一个探测器支架中心面，两个射线源平面分别位于探测器支架中心面的两侧。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 10、20 和探测器组件 30 布置成没有相互干涉。在一些实施例中，沿行进方向，射线源组件 10 的多个射线源 100 与探测器组件 30 的相邻最外侧部分（例如，多个第一探测器

单元 310 或探测器支架 330 的与射线源组件 10 相对的最外侧部分) 间隔开预定距离。在一些实施例中, 沿行进方向, 射线源组件 20 的多个射线源 100 与探测器组件 30 的相邻最外侧部分 (例如, 多个第二探测器单元 320 或探测器支架 330 的与射线源组件 20 相对的最外侧部分) 间隔开预定距离。在一些实施例中, 如图 4 所示, 探测器单元 310 (或 320) 与射线源 100 的靶点间隔开。由此, 射线源组件 10 或 20 发射的 X 射线在经过检查区域前不会被探测器组件 30 遮挡。

在一些实施例中, 探测器组件 30 中探测器单元的布置可以根据射线源 10、20 的排布和/或被检查对象的尺寸等因素来设置。在一些实施例中, 探测器组件 30 中探测器单元的布置还可以采用成本效益高的排布, 即以尽量少的探测器单元来满足成像需求。

根据本公开的某些实施例, 探测器组件 30 的多个第一探测器单元 310 布置成至少覆盖射线源组件 10 的射线发射范围。根据本公开的某些实施例, 探测器组件 30 的多个第二探测器单元 320 布置成至少覆盖射线源组件 20 的射线发射范围。由此, 探测器组件 30 可以覆盖射线源组件 10 和 20 的射线发射范围, 从而可以覆盖检查区域中的整个成像范围。这种情况下, 探测器组件 30 的布置可以充分利用射线源发射的 X 射线, 提高成像质量和检查准确性。

在一些实施例中, 多个第一探测器单元 310 布置成至少覆盖射线源组件 10 的一部分射线发射范围 (例如对应于被检查对象的感兴趣部分的射线发射范围)。根据本公开的某些实施例, 多个第二探测器单元 320 布置成至少覆盖射线源组件 20 的一部分射线发射范围 (例如对应于被检查对象的感兴趣部分的射线发射范围)。由此, 探测器组件 30 可以覆盖射线源组件 10 和 20 的经选择的射线发射范围, 从而可以覆盖检查区域中的主要成像范围。这种情况下, 探测器组件 30 的布置可以在保证足够的成像质量和检查准确性的情况下降低成像系统的成本。

在示例性实施例中, 探测器组件 30 的多个第一探测器单元 310 完整地围绕检查区域延伸。由此, 多个第一探测器单元 310 组成一个完整且连续的第一探测器环。在一些实施例中, 第一探测器环可以是圆环、方形

环、矩形环、多边形环等。例如，如图 2 和图 3 所示，多个第一探测器单元 310 构成方形环。

在示例性实施例中，探测器组件 30 的多个第二探测器单元 320 完整地围绕检查区域延伸。由此，多个第二探测器单元 320 组成一个完整且连续的第二探测器环。在一些实施例中，第二探测器环可以是圆环、方形环、矩形环、多边形环等。例如，如图 2 和图 3 所示，多个第二探测器单元 320 构成方形环。

上文描述多个第一探测器单元 310 或多个第二探测器单元 320 组成一个完整的探测器环。但是，本公开不限于此。在某些实施例中，多个第一探测器单元 310 或多个第二探测器单元 320 组成的探测器环可以是不完整的，即存在缺口部分。在某些实施例中，多个第一探测器单元 310 分成多段，不同段的第一探测器单元 310 可以围绕检查区域间隔地分布。在某些实施例中，多个第二探测器单元 320 分成多段，不同段的第二探测器单元 320 可以围绕检查区域间隔地分布。

根据本公开的某些实施例，成像系统还可以构造成基于探测器组件 30 的多个第一探测器单元 310 和多个第二探测器单元 320 的检测数据来重建被检查对象的三维扫描（CT）图像。根据本公开的某些实施例，成像系统在重建被检查对象的三维扫描图像时可以采用迭代重建算法、解析重建算法等或不同重建算法的结合。例如，如果射线源组件 10 和 20 相对于检查区域具有大于 180 度的组合扫描角度，成像系统可以优先选择解析重建算法，以提高重建速度并降低对计算性能的要求。例如，如果射线源组件 10 和 20 相对于检查区域具有小于 150 度的组合扫描角度，成像系统可以优先选择迭代重建算法或者以解析结果作为迭代算法的初值。根据本公开的某些实施例，成像系统采用的识别算法可以单独基于三维扫描（CT）图像或数字成像（DR）图像，或同时基于上述两种图像。

根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 具有一个扫描角度。在本文中，每个射线源 100 的“扫描角度”表示该射线源 100 的所有靶点相对于检查区域（例如相对于检查区域的中心轴线）的角度范围。在本文中，检查区域的中心轴线表示沿行进方向观察穿过检查区域的大致中心并且与探

测器支架中心面基本上垂直的轴线。根据本公开的某些实施例，在成像系统包括多个射线源 100 时，相对于检查区域处于不同扫描位置的多个射线源 100（射线源组件 10 和 20 的所有射线源 100）可以提供一个组合扫描角度。在本文中，“组合扫描角度”表示将处于多个扫描位置的多个射线源 100 相对于检查区域的扫描角度组合在一起所产生的扫描角度。在一些实施例中，处于多个扫描位置的多个射线源 100 相对于检查区域的组合扫描角度可以是连续的或不连续的。

根据本公开的某些实施例，沿行进方向观察，射线源组件 10 和 20 相对于检查区域具有大于 120 度的组合扫描角度。当成像系统的组合扫描角度大于 120 度时，成像系统能够基本实现三维图像重建。在示例性实施例中，沿行进方向观察，射线源组件 10 和 20 相对于检查区域具有大于 180 度的组合扫描角度。当成像系统具有超过 180 度的组合扫描角度时，成像系统能够产生更完整的扫描数据，并且产生更好的 CT 扫描效果和更好的三维扫描图像。

根据本公开的某些实施例，成像系统构造成使得射线源组件 10 发射的 X 射线能够经过检查区域并且被多个第一探测器单元 310 接收到，并且射线源组件 20 发射的 X 射线能够经过检查区域并且被多个第二探测器单元 320 接收到。在一些实施例中，成像系统构造成使得射线源组件 10 发射的 X 射线能够在行进方向上覆盖第一探测器单元 310 和/或射线源组件 20 发射的 X 射线能够在行进方向上覆盖第二探测器单元 320。

根据本公开的某些实施例，成像系统构造成使得每个射线源 100 发射的 X 射线在经过检查区域之前不会被探测器组件 30 遮挡。在示例性实施例中，探测器组件 30 的每个第一探测器单元 310 设置成不遮挡射线源组件 10 的同侧的一个或多个射线源 100 发射的 X 射线，并且能够接收射线源组件 10 的其他侧的一个或多个射线源 100 发射的 X 射线。在示例性实施例中，探测器组件 30 的每个第二探测器单元 320 设置成不遮挡射线源组件 20 的同侧的一个或多个射线源 100 发射的 X 射线，并且能够接收射线源组件 20 的其他侧的一个或多个射线源 100 发射的 X 射线。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的射线源和探测器单

元的布置结构。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 10 的每个射线源 100 的靶点都设置成沿行进方向朝着多个第一探测器单元 310 偏转第一偏转角度，使得射线源组件 10 的每个射线源 100 发射的 X 射线能够经过检查区域并且被多个第一探测器单元 310 接收到。在一些实施例中，第一偏转角度设置成使得射线源组件 10 的每个射线源 100 发射的 X 射线能够在行进方向上覆盖第一探测器单元 310。在一些实施例中，第一偏转角度设置成使得射线源组件 10 的每个射线源 100 发射的 X 射线在经过检查区域之前不会被多个第一探测器单元 310 遮挡。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 20 的每个射线源 100 的靶点都设置成沿行进方向朝着多个第二探测器单元 320 偏转第二偏转角度，使得射线源组件 20 的每个射线源 100 发射的 X 射线能够经过检查区域并且被多个第二探测器单元 320 接收到。在一些实施例中，第二偏转角度设置成使得射线源组件 20 的每个射线源 100 发射的 X 射线能够在行进方向上覆盖第二探测器单元 320。在一些实施例中，第二偏转角度设置成使得射线源组件 20 的每个射线源 100 发射的 X 射线在经过检查区域之前不会被多个第二探测器单元 320 遮挡。

在示例性实施例中，第一偏转角度与第二偏转角度相等。

图 6A 示出根据本公开的某些实施例的射线源和探测器单元的截面示意图。在示例性实施例中，如图 6A 所示，射线源 100 沿行进方向朝着探测器单元 310（或 320）偏转一个角度。请注意图 6A 中未示出与射线源 100 同侧的探测器单元，而仅示出与该射线源 100 相对的一个探测器单元。在一些实施例中，每个射线源 100 围绕其靶点的轴线偏转。在示例性实施例中，每个射线源 100 偏转为使得该射线源 100 发射的 X 射线能够在行进方向上覆盖相应的探测器单元 310（或 320）。通过将射线源 100 相对于探测器单元偏转，射线源 100 发射的 X 射线可以更有效地被相应的探测器单元接收到。此外，射线源 100 发射的 X 射线可以避免同侧的探测器单元，并且还可以被其他侧的探测器单元接收到。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 10 还可以包括准直器，用于

使第一射线源组件 10 的射线源 100 发射的 X 射线的方向沿行进方向朝着多个第一探测器单元 310 偏转第一倾斜角度，使得射线源组件 10 的射线源 100 发射的 X 射线能够经过检查区域并且被多个第一探测器单元 310 接收到。在一些实施例中，第一倾斜角度设置成使得射线源组件 10 的每个射线源 100 发射的 X 射线能够在行进方向上覆盖第一探测器单元 310。在一些实施例中，第一倾斜角度设置成使得射线源组件 10 的每个射线源 100 发射的 X 射线在经过检查区域之前不会被多个第一探测器单元 310 遮挡。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 20 还可以包括准直器，用于使第二射线源组件 20 的射线源 100 发射的 X 射线的方向沿行进方向朝着多个第二探测器单元 320 偏转第二倾斜角度，使得射线源组件 20 的射线源 100 发射的 X 射线能够经过检查区域并且被多个第二探测器单元 320 接收到。在一些实施例中，第二倾斜角度设置成使得射线源组件 20 的每个射线源 100 发射的 X 射线能够在行进方向上覆盖第二探测器单元 320。在一些实施例中，第二倾斜角度设置成使得射线源组件 20 的每个射线源 100 发射的 X 射线在经过检查区域之前不会被多个第二探测器单元 320 遮挡。

在示例性实施例中，第一倾斜角度与第二倾斜角度相等。

图 6B 示出根据本公开的某些实施例的射线源和探测器单元的截面示意图。在示例性实施例中，如图 6B 所示，射线源 100 发射的 X 射线受准直器（如阴影部分所示）约束，从而射线源 100 发射的 X 射线的方向朝着探测器单元 310（或 320）偏转一个角度。请注意图 6B 中未示出与射线源 100 同侧的探测器单元，而仅示出与该射线源 100 相对的一个探测器单元。在示例性实施例中，准直器构造成使射线源 100 发射的 X 射线偏转为能够在行进方向上覆盖相应的探测器单元 310（或 320）。通过准直器来偏转射线源 100 发射的 X 射线的方向，射线源 100 发射的 X 射线可以更有效地被相应的探测器单元接收到。此外，射线源 100 发射的 X 射线可以避开同侧的探测器单元，并且还可以被其他侧的探测器单元接收到。

上文描述通过偏转射线源或者利用准直器来使 X 射线能够被探测器单元接收到。但是，本公开不限于此。根据本公开的某些实施例，成像系统的射线源 100 还可以构造成使得发射的 X 射线沿行进方向具有足够宽的射

线束宽度，以在行进方向上覆盖探测器单元 310 或 320。例如，射线源 100 的准直器可以具有较宽的缝宽。在这种情况下，射线源 100 发射的部分 X 射线会落在探测器单元的接收范围以外。在一些实施例中，成像系统还可以设置额外的屏蔽部件（例如沿行进方向设置在探测器单元的一侧），以屏蔽落在探测器单元的接收范围以外的 X 射线。

在一些实施例中，探测器组件 30 设置成相对于射线源组件 10、20 更靠近检查区域的中心。在一些实施例中，在成像系统包括多个射线源 100 时，探测器组件 30 设置成相对于所有射线源 100 更靠近检查区域的中心。由此，探测器组件 30 设置成位于射线源组件 10、20 的径向内侧。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 10 中的靶点的数量与射线源组件 20 中的靶点的数量可以相同或者不同。根据本公开的某些实施例，沿行进方向观察，射线源组件 10 中靶点的分布位置与射线源组件 20 中靶点的分布位置没有完全重合。图 7 是根据本公开的某些实施例的成像系统的靶点分布的示意图。在一些实施例中，如图 7 所示，射线源组件 10 和 20 中的靶点分布没有完全重合。由此，射线源组件 10 和射线源组件 20 的靶点分布位置能够相互补充，以提高用于有效成像的靶点数量并且提供更大的组合扫描角度。

在一些实施例中，沿行进方向观察，射线源组件 10 中靶点的分布位置与射线源组件 20 中靶点的分布位置相互错开。由此，射线源组件 10 和 20 中的靶点分布避免存在两个靶点位于相同位置。因此，成像系统可以充分利用射线源组件 10 和 20 的完全相互交错的靶点来成像，并且可以提高成像精度和质量。

根据本公开的某些实施例，沿行进方向观察，射线源组件 10 的每个射线源 100 的投影没有完全落在射线源组件 20 的任意射线源 100 的投影内，并且射线源组件 20 的每个射线源 100 的投影没有完全落在射线源组件 10 的任意射线源 100 的投影内。这种情况下，例如如图 1 和图 2 所示，射线源组件 10 和射线源组件 20 中的各个射线源 100 的布置不完全一致，在射线源组件 10 和 20 中不存在相互完全重叠的射线源 100 或者不存在一个射线源 100 完全落入在另一射线源 100 的范围内。由此，射线源组件 10

和射线源组件 20 的射线发射范围和扫描范围能够相互补充，以提高用于有效成像的靶点数量并且提供更大的组合扫描角度。

在一些实施例中，沿行进方向观察，射线源组件 10 的多个射线源 100 的投影与射线源组件 20 的多个射线源 100 的投影相互错开。在这种情况下，射线源组件 10 和射线源组件 20 中的各个射线源 100 彼此完全交错布置。由此，成像系统可以充分利用射线源组件 10 和 20 的所有射线源来成像，并且可以提高成像精度和质量。

根据本公开的某些实施例，成像系统还可以包括射线源控制装置。射线源控制装置用于控制射线源组件 10 和射线源组件 20 的射线发射。在一些实施例中，射线源控制装置构造成使得在同一时刻，射线源组件 10 中至多只有一个靶点发射 X 射线并且射线源组件 20 中至多只有一个靶点发射 X 射线。由此，第一射线源平面中不会存在两个以上靶点同时发射 X 射线，第二射线源平面中也不会存在两个以上靶点同时发射 X 射线。在同一时刻，成像系统可以存在来自第一射线源平面的一个靶点和来自第二射线源平面的一个靶点同时发射 X 射线。根据本公开的某些实施例，射线源控制装置可以构造成分别控制射线源组件 10 和射线源组件 20 的射线发射，例如靶点发射顺序、发射频率、发射电流等。

根据本公开的某些实施例，射线源组件 10 和 20 的至少一个靶点是数字成像（DR）靶点。在被探测器组件 30 接收到后，DR 靶点发射的 X 射线可以用于生成 DR 图像。由此，根据本公开的某些实施例的成像系统可以同时用于 CT 成像和 DR 成像。在一些实施例中，射线源控制装置构造成使得该数字成像靶点的射线发射频率高于其他靶点的射线发射频率。在一些实施例中，成像系统包括从射线源组件 10 和 20 中选出的多个 DR 靶点。在一些实施例中，当成像系统具有多个 DR 靶点时，这些 DR 靶点可以相对于检查区域处于不同的扫描位置，即用于生成不同视角的 DR 图像。

上文描述选用射线源组件 10 和 20 中的一个或多个靶点作为 DR 靶点。但是，本公开不限于此，在一些实施例中，成像系统还可以设置单独的 DR 靶点，即 DR 靶点独立于射线源组件 10 和 20 中的靶点。在这种情

况下，成像系统还可以设置单独的 DR 探测器单元，以接收该单独的 DR 靶点发射的 X 射线。

应当理解，上文所述的射线源和探测器单元的布置、数量和形状等仅是示例性的，而不应该认为是对本公开的限制。

下面详细描述根据本公开的某些实施例的成像方法。根据本公开的某些实施例，可以使用上述任意成像系统来实施该成像方法。

下面以被检查对象先后经过射线源组件 10 和射线源组件 20 为例来描述根据本公开的某些实施例的成像方法。但是，应当理解被检查对象还可以先后经过射线源组件 20 和射线源组件 10。

在步骤 S10 中，使被检查对象承载于传送装置上，并且使传送装置传送被检查对象沿行进方向经过检查区域。在步骤 S20 中，控制射线源组件 10、20 的靶点以预定顺序发射 X 射线。在步骤 S30 中，发射的 X 射线经过位于检查区域中的被检查对象而被探测器组件 30 接收到。

在一些实施例中，成像方法还可以包括步骤 S40：根据多个第一探测器单元 310 和多个第二探测器单元 320 的检测数据来重建被检查对象的三维扫描图像。在一些实施例中，成像方法还可以包括在重建被检查对象的三维扫描图像后，对被检查对象进行识别并提供识别结果。在一些实施例中，成像方法还可以包括显示三维扫描图像和/或识别结果。

在一些实施例中，在执行步骤 S10 前，成像方法还可以预先加载或生产配置信息或校正信息等，例如本底数据、空气数据等。

在一些实施例中，成像方法还可以包括通过探测器组件 30 的多个第一探测器单元 310 来探测被检查对象是否进入射线源组件 10 发射的 X 射线的束面。在一些实施例中，成像方法还可以包括通过探测器组件 30 的多个第二探测器单元 320 来探测被检查对象是否进入射线源组件 20 发射的 X 射线的束面。例如，通过实时地探测被检查对象是否进入射线源组件 10、20 的 X 射线的束面，成像方法可以为后续操作提供参考。

在一些实施例中，当判断被检查对象进入射线源组件 10 发射的 X 射线的束面后，成像方法还可以包括缓存和/或预处理多个第一探测器单元 310 的检测数据。在一些实施例中，当判断被检查对象进入射线源组件 20

发射的 X 射线的束面后，成像方法可以开始根据多个第一探测器单元 310 和多个第二探测器单元 320 的检测数据来重建被检查对象的三维扫描图像。在一些实施例中，成像方法还可以包括当判断被检查对象完全经过射线源组件 20 发射的 X 射线的束面后，控制射线源组件 10、20 停止发射 X 射线。

在一些实施例中，成像方法还可以包括控制 DR 靶点发射 X 射线，以生成 DR 图像。在一些实施例中，当设置单独 DR 靶点时，成像方法可以通过单独 DR 探测器单元来接收经过由该单独 DR 靶点发射并且经过被检查对象的 X 射线。在一些实施例中，当选用射线源组件 10 和 20 中的一个或多个靶点作为 DR 靶点时，成像方法可以通过探测器组件 30 来接收经过由 DR 靶点发射并且经过被检查对象的 X 射线。

在根据本公开的某些实施例的成像方法中，所使用的成像系统的其他实施方式参见上文所述并且相应地结合到成像方法的实施例中，在此不再赘述。

尽管已经参考示例性实施例描述了本公开，但是应理解，本公开并不限于上述实施例的构造和方法。相反，本公开意在覆盖各种修改例和等同配置。另外，尽管在各种示例性结合体和构造中示出了所公开的各种元件和方法步骤，但是包括更多、更少的元件或方法的其它组合也落在本公开的范 围 之 内。

权 利 要 求 书

1. 一种用于射线检查的成像系统，包括：

检查区域，其中被检查对象能够沿行进方向被传送经过所述检查区域；

第一射线源组件，包括多个射线源；

第二射线源组件，包括多个射线源，其中所述第一射线源组件和所述第二射线源组件的每个射线源包括单独的壳体以限定真空空间并且包括封装在所述壳体内的多个靶点，所述第一射线源组件的所有射线源的靶点都布置在第一射线源平面内，所述第二射线源组件的所有射线源的靶点都布置在第二射线源平面内；

多个第一探测器单元，用于接收从所述第一射线源组件发射并经过所述检查区域的 X 射线，所述多个第一探测器单元布置在第一探测器平面内；

多个第二探测器单元，用于接收从所述第二射线源组件发射并经过所述检查区域的 X 射线，所述多个第二探测器单元都布置在第二探测器平面内；和

探测器支架，所述多个第一探测器单元和所述多个第二探测器单元都安装在所述探测器支架上，

其中，所述第一射线源平面、所述第一探测器平面、所述第二探测器平面和所述第二射线源平面沿所述行进方向依次分布。

2. 根据权利要求 1 所述的成像系统，其中，所述第一射线源平面、所述第一探测器平面、所述第二探测器平面和所述第二射线源平面与所述行进方向基本上垂直并且彼此基本上平行。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的成像系统，其中，所述成像系统还构造或基于所述多个第一探测器单元和所述多个第二探测器单元的检测数据来重建所述被检查对象的三维扫描图像。

4. 根据权利要求 3 所述的成像系统，还包括射线源控制装置，用于控制所述第一射线源组件和所述第二射线源组件的射线发射，其中所述射线

源控制装置构造成使得在同一时刻所述第一射线源组件中至多只有一个靶点发射 X 射线并且所述第二射线源组件中至多只有一个靶点发射 X 射线。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的成像系统，其中，所述多个第一探测器单元至少覆盖所述第一射线源组件的射线发射范围，并且所述多个第二探测器单元至少覆盖所述第二射线源组件的射线发射范围。

6. 根据权利要求 5 所述的成像系统，其中，所述多个第一探测器单元构造成完整地围绕所述检查区域延伸以组成第一探测器环；和/或

所述多个第二探测器单元构造成完整地围绕所述检查区域延伸以组成第二探测器环。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的成像系统，其中，沿所述行进方向观察，所述第一射线源组件中靶点的分布位置与所述第二射线源组件中靶点的分布位置没有完全重合。

8. 根据权利要求 7 所述的成像系统，其中，沿所述行进方向观察，所述第一射线源组件中靶点的分布位置与所述第二射线源组件中靶点的分布位置相互错开。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的成像系统，其中，沿所述行进方向观察，所述第一射线源组件的每个射线源的投影没有完全落在所述第二射线源组件的任意射线源的投影内，并且所述第二射线源组件的每个射线源的投影没有完全落在所述第一射线源组件的任意射线源的投影内。

10. 根据权利要求 9 所述的成像系统，其中，沿所述行进方向观察，所述第一射线源组件的多个射线源的投影与所述第二射线源组件的多个射线源的投影相互错开。

11. 根据权利要求 1 或 2 所述的成像系统，其中，

所述第一射线源组件的每个射线源的靶点都设置成沿所述行进方向朝着所述多个第一探测器单元偏转第一偏转角度，使得所述第一射线源组件的每个射线源发射的 X 射线在经过所述检查区域之前不会被所述多个第一探测器单元遮挡；和/或

所述第二射线源组件的每个射线源的靶点都设置成沿所述行进方向朝着所述多个第二探测器单元偏转第二偏转角度，使得所述第二射线源组件

的每个射线源发射的 X 射线在经过所述检查区域之前不会被所述多个第二探测器单元遮挡。

12. 根据权利要求 1 或 2 所述的成像系统，其中，

所述第一射线源组件还包括第一准直器，用于使所述第一射线源组件发射的 X 射线的方向沿行进方向朝着所述多个第一探测器单元偏转第一倾斜角度；和/或

所述第二射线源组件还包括第二准直器，用于使所述第二射线源组件发射的 X 射线的方向沿行进方向朝着所述多个第二探测器单元偏转第二倾斜角度。

13. 根据权利要求 1 或 2 所述的成像系统，其中，沿所述行进方向观察，所述第一射线源组件和所述第二射线源组件相对于所述检查区域具有大于 120 度的组合扫描角度。

14. 根据权利要求 13 所述的成像系统，其中，沿所述行进方向观察，所述第一射线源组件和所述第二射线源组件相对于所述检查区域具有大于 180 度的组合扫描角度。

15. 根据权利要求 4 所述的成像系统，其中，所述第一射线源组件和所述第二射线源组件的至少一个靶点是数字成像（DR）靶点，所述射线源控制装置构造成使得所述数字成像靶点的射线发射频率高于其他靶点的射线发射频率。

16. 根据权利要求 1 或 2 所述的成像系统，其中，所述第一探测器单元包括单排探测器晶体或多排探测器晶体，和/或所述第二探测器单元包括单排探测器晶体或多排探测器晶体。